



Analizando el desempeño de expertos para definir patrones de excelencia en destrezas procedurales

Analyzing experts' performance to define standards of excellence in procedural skills

Fernando R Altermatt,*[†] Marcia A Corvetto*[§]

Palabras clave:

simulación, evaluación, habilidades motoras, desempeño y análisis de tareas, tecnología.

Keywords:

simulation, assessment, motor skills, task performance and analysis, technology.

RESUMEN

Este artículo busca reflexionar y analizar cómo la tecnología, mediante el uso de sensores e inteligencia artificial, puede encontrar patrones propios del desempeño de expertos que nos puedan ayudar en cómo entrenar la adquisición de habilidades en procedimientos. Investigaciones previas han utilizado el enfoque de desempeño experto, descrito por Ericsson, para evaluar esos patrones como indicadores de desempeño, como rasgos propios de una ejecución experta en contraposición a la de un operador inexperto, con el objetivo de evaluar la progresión en la adquisición de destrezas durante el aprendizaje.

ABSTRACT

This article seeks to reflect and analyze how technology, through the use of sensors and artificial intelligence, can find patterns of expert performance that can help us in how to train the acquisition of procedural skills. Previous research has used the expert performance approach, described by Ericsson, to evaluate these patterns as performance indicators, as traits of expert performance as opposed to that of an inexperienced operator, with the objective of evaluating the progression of skill acquisition during learning.

INTRODUCCIÓN

Hay espacio para que la tecnología introducida en la simulación (sensores, inteligencia artificial) pueda encontrar patrones sutiles, trazos biomecánicos y cinéticos propios del desempeño experto y que una vez definido, complementen el diagnóstico y el seguimiento del proceso de adquisición de destrezas psicomotoras al instructor, y sus herramientas de evaluación y seguimiento?

Nuestro grupo ha utilizado el enfoque de desempeño experto, descrito por Ericsson y colaboradores,¹⁻³ para evaluar esos patrones como indicadores de desempeño, como rasgos propios de una ejecución experta en contraposición a la de un operador inexperto y de la progresión en la adquisición de destrezas durante el aprendizaje.⁴

El 20 de agosto de 2006, el escritor norteamericano William Foster Wallace (WFW) publicó en el *New York Times* el artículo *Roger Federer as religious experience* (Roger Federer como experiencia religiosa).⁵ Foster Wallace, profesor de

escritura creativa, escritor, finalista del Pulitzer (y tenista ranqueado en su adolescencia), en este artículo describe la experiencia de ver jugar a Roger Federer, sin duda al momento de publicar el artículo, el mejor tenista del circuito (y a juicio de algunos, el mejor de todos los tiempos).

En su calidad de espectador, WFW detalla la "belleza cinética" del suizo, en pasajes de un partido de tenis de la final del Campeonato de Wimbledon. Describe con gracia (y mucho conocimiento del deporte), lo que por definición es el desempeño experto en una disciplina tan específica como el tenis profesional.

Más allá del gusto de leer un artículo bien escrito, es una buena introducción a reflexionar respecto a nuestra capacidad como educadores en el área de las disciplinas de la salud, para identificar, apreciar, describir, evaluar y enseñar aquellas conductas que son definidas como propias de un desempeño experto.

Nadie podría discutir que, al ver jugar tenis a Federer, sus movimientos, la forma en que golpea

* División de Anestesiología, Escuela de Medicina.

[†] Centro de Investigación Clínica UC (CICUC).

[§] Centro de Simulación Clínica, Facultad de Medicina.

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Recibido: 02/11/2022

Aceptado: 21/11/2022

doi: 10.35366/109710

Citar como: Altermatt FR, Corvetto MA. Analizando el desempeño de expertos para definir patrones de excelencia en destrezas procedurales. *Rev Latinoam Simul Clin.* 2022; 4 (3): 101-105. <https://dx.doi.org/10.35366/109710>



la pelota, se desplaza y anticipa a su adversario es propio de un experto.

Probablemente, la forma más fácil de explicarlo sería a través de sus resultados (103 títulos, incluyendo 20 *Grand Slams*). Sin embargo, desde los resultados, por muy buenos que sean, resulta muy difícil extraer el proceso que lo convirtió en un experto y es casi imposible destilar la forma en que podemos aprender/enseñar eso.

Tal vez una manera de aproximarse a entender qué define a Federer como un experto sería analizar detenidamente sus movimientos grabados en vídeo. Si podemos llegar a analizar sus movimientos a nivel granular, podríamos entender mejor el cómo gana los títulos, no sólo cuántos ganó. Tal vez podríamos grabarlo mientras golpea la pelota en algún laboratorio de análisis cinemático, mejor aún si pudiéramos agregar sensores que siguieran el movimiento de sus ojos mientras define dónde hará el tiro, o la fuerza que imprime al *top-spin*, o el número de giros que hace la pelota después del golpe. ¿Qué tal si hacemos esto mismo, pero en un partido real?

Se ha escrito extensamente respecto a qué define a un experto en un área disciplinar específica. En este artículo de reflexión en particular, nos referiremos de manera específica a la definición de experto en la realización de procedimientos de disciplinas clínicas.

Es evidente que existe una gran variación en las competencias clínicas entre profesionales (unos más diestros que otros en la realización de procedimientos). Esto puede contribuir a una gran variación en los resultados de los pacientes y al uso ineficiente de los recursos.⁶

Si bien la experiencia es esencial en el logro de una competencia determinada, “más” no necesariamente es sinónimo de “mejor”, en particular si el aumento del número de procedimientos no se

acompaña de una adecuada retroalimentación, reflexión y aprendizaje.

Desarrollar pericia es una consecuencia de la cantidad de práctica deliberada específica del dominio acumulada por los individuos en el tiempo, no la mera exposición al dominio del desempeño.² La práctica deliberada se define como una “actividad estructurada, que está diseñada para desarrollar un aspecto crítico del rendimiento actual”. La práctica deliberada ofrece una oportunidad para la detección y corrección de errores, la repetición, el acceso a la retroalimentación, la concentración y la atención completa.

¿CÓMO DEFINO EL DESEMPEÑO EXPERTO?

En el ámbito del estudio del desempeño experto en la *praxis*, una forma de entenderlo es a través del llamado *Enfoque de desempeño experto*:⁷ un marco sistemático para examinar cuestiones relacionadas con el desarrollo de la experiencia basada en un análisis del rendimiento superior que busca rastrear los mecanismos adquiridos responsables del desarrollo de habilidades de alto nivel.¹ Este marco teórico, desarrollado por KA Ericsson, supone que la captura del desempeño experto debe ser a través de instrumentos confiables y lo más objetivos posibles.

El modelo supone tres etapas: capturar el desempeño experto, identificar los mecanismos subyacentes, y finalmente, esos mecanismos y actividades que conducen a mejora del desempeño deben constituir una hoja de ruta a la excelencia a través del entrenamiento (*Figura 1*).

ETAPA 1. CAPTURANDO EL DESEMPEÑO EXPERTO

En esta etapa del proceso se busca acceder a información desde escenarios recreados en un laboratorio, utilizando simulación, por ejemplo, o bien capturando información desde el escenario clínico real.

Una de las ventajas del uso de simuladores es poder obtener información sin comprometer la seguridad de los pacientes.⁸ La idea, en la medida en que los simuladores se vuelven cada vez más sofisticados, es proporcionar escenarios clínicos repetibles y controlados que pueden coincidir estrechamente con las demandas de una tarea del mundo real.

A modo de ejemplo, es posible capturar información cinemática respecto a los movimientos

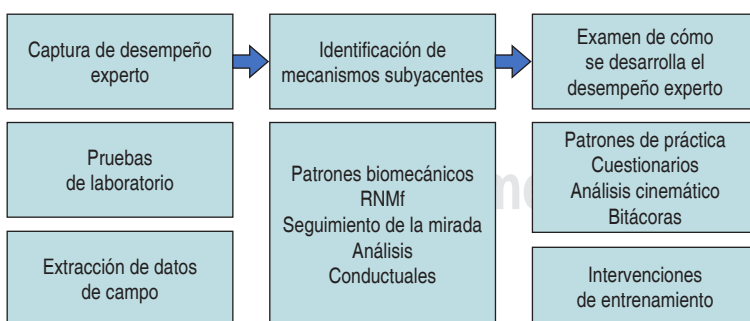


Figura 1: *Enfoque de desempeño experto.*

RNMf = resonancia nuclear magnética funcional.

Modificado de: Causer J, et al.¹⁰



Figura 2: Ejemplo del uso de sensores.
Modificado de: Villagrán I, et al.⁴

de manos, brazos y torso durante la instalación de un catéter venoso central.⁴ En el laboratorio es posible observar los patrones de movimiento de expertos, y de esa forma identificar algunas características propias de ellos. Es como “sacar una fotografía” del quehacer experto y mirarla bajo una lupa. Una de las ventajas del uso de sensores como los de la *Figura 2*, es que precinden de componentes subjetivos propios de un observador; aunque no necesariamente reemplazan pautas de cotejo o escalas globales, resultan sistemas complementarios. En particular, el uso de sensores permite un análisis más inicial, cuando aún no hay completa claridad respecto a cuáles son los elementos relevantes a considerar en la captura del desempeño experto, y las pautas y escalas están aún en construcción.

En el ambiente simulado es fundamental que las tareas involucren las mismas estructuras de conocimiento y procesos perceptivo-cognitivos que se utilizan en la atención real del paciente, a fin de garantizar que el rendimiento se capture con precisión y se brinde una oportunidad adecuada para la capacitación y el desarrollo.

ETAPA 2. IDENTIFICANDO LOS MECANISMOS SUBYACENTES AL DESEMPEÑO EXPERTO

Una vez que se ha aislado una tarea específica y se ha analizado en detalle utilizando diversos instrumentos de medición, se pueden medir los mecanismos específicos, las estructuras de conocimiento y las habilidades técnicas necesarias para completar con éxito la tarea. Las medidas de

proceso, como los informes verbales, los comportamientos de mirada, la eficiencia del movimiento y el análisis del comportamiento, pueden identificar los procesos concurrentes que median las diferencias individuales durante el rendimiento superior. A modo de ejemplo, Lira y colaboradores analizaron una serie de vídeos de expertos instalando catéteres venosos centrales bajo guía ecográfica y se construyó un mapa de procesos, el que a su vez permitía identificar patrones que eran propios del desempeño experto: economía de movimientos, ahorro de pasos innecesarios, confluencia a una forma óptima de navegar el procedimiento (*Figura 3*).⁹

Existe abundante evidencia que demuestra que los expertos extraen más información relevante para la tarea y con mucha mayor eficiencia. En la ejecución requieren menos tiempo, usan menor número de movimientos y necesitan menos fuerza para completar las tareas.¹⁰

En resumen, se puede registrar una serie de instrumentos de rastreo de procesos durante procedimientos reales o simulados para desarrollar una representación completa de los conocimientos y destrezas especializados en una tarea determinada. Una vez identificados, se pueden diseñar e implementar entornos e intervenciones de capacitación específicos que integren la práctica deliberada que permita desarrollar los procesos y mecanismos subyacentes.

ETAPA 3. EXAMEN DE CÓMO SE DESARROLLA EL DESEMPEÑO EXPERTO

Somos lo que hacemos repetidamente. La excelencia, entonces, no es un acto, sino un hábito.
Will Durant, 1926

No cabe duda de que existe una relación entre el nivel de desempeño experto alcanzado y el volumen de práctica deliberada en un dominio específico, lo cual ha sido demostrado en el deporte,¹¹ la música, en actividades profesionales como la práctica de la enfermería¹ y la academia.⁷

La realización de una práctica estructurada conduce al dominio de destrezas específicas que permiten al operador enfocarse en aspectos específicos de la tarea, aumentando su eficiencia al contar con un espectro más amplio de escenarios posibles, así como en el procesamiento de la información contextual.

Existe evidencia que asocia el número de horas de práctica deliberada realizados en un simulador y los resultados de aprendizaje.^{12,13}

¿Cómo aplicamos la información que se obtiene en las primeras dos etapas del enfoque de desempeño experto en la creación de intervenciones de entrenamiento?

Usando la información obtenida en las etapas anteriores, es posible construir intervenciones de entrenamiento que consideren el hacer explícitos los pasos del proceso de la forma en que los expertos los realizan, que pongan énfasis en aquellos pasos específicos asociados a mayor tasa de errores y que definan un número mínimo de sesiones de entrenamiento de práctica deliberada, con retroalimentación oportuna y específica, que permitan incorporar al estudiante aquellos rasgos propios del desempeño experto.

A modo de ejemplo, en la instalación de un catéter venoso central yugular interno bajo guía ultrasonográfica: 1. La información cinemática y biomecánica propia de un experto permite identificar la importancia de la mano no dominante en la realización del procedimiento. 2. El análisis de procesos identifica la estabilización de la aguja y el avance de la guía de Seldinger como el paso crítico en el procedimiento de punción, y, por tanto, asignar más tiempo y recursos en las sesiones de entrenamiento a dominar estas tareas.

Con esos antecedentes disponibles, es posible entonces diseñar un módulo de formación y en-

trenamiento que considere estos aspectos y, a su vez, utilice las mismas herramientas de medición usadas en la etapa 1 para seguir a los estudiantes en el proceso de adquisición de destrezas, cerrando el ciclo.¹⁴

El uso de métricas objetivas en la evaluación del gesto, de la destreza psicomotriz aprendida permite entonces capturar elementos propios del desempeño experto, y al descomponerlo en sus elementos constituyentes (velocidad, tiempo, distancia recorrida, aceleración), permite entrenar cada uno de ellos a través de simuladores, incluso descomponiendo los gestos, parcializando las tareas, para así mecanizarlas usando la práctica deliberada.

Un aspecto importante de esta modalidad de adquisición de datos es que el procesamiento automatizado abre la posibilidad de usar tecnologías como inteligencia artificial o *machine learning* para no sólo capturar los datos, sino también para entregar retroalimentación automatizada.

Un artículo publicado en 2019 hace la siguiente pregunta: ¿puede un algoritmo de *machine learning* diferenciar operadores según su nivel de práctica o pericia en un procedimiento neuroquirúrgico complejo simulado? En el estudio en el que participaron operadores con distintos niveles de práctica (desde neurocirujanos a estu-

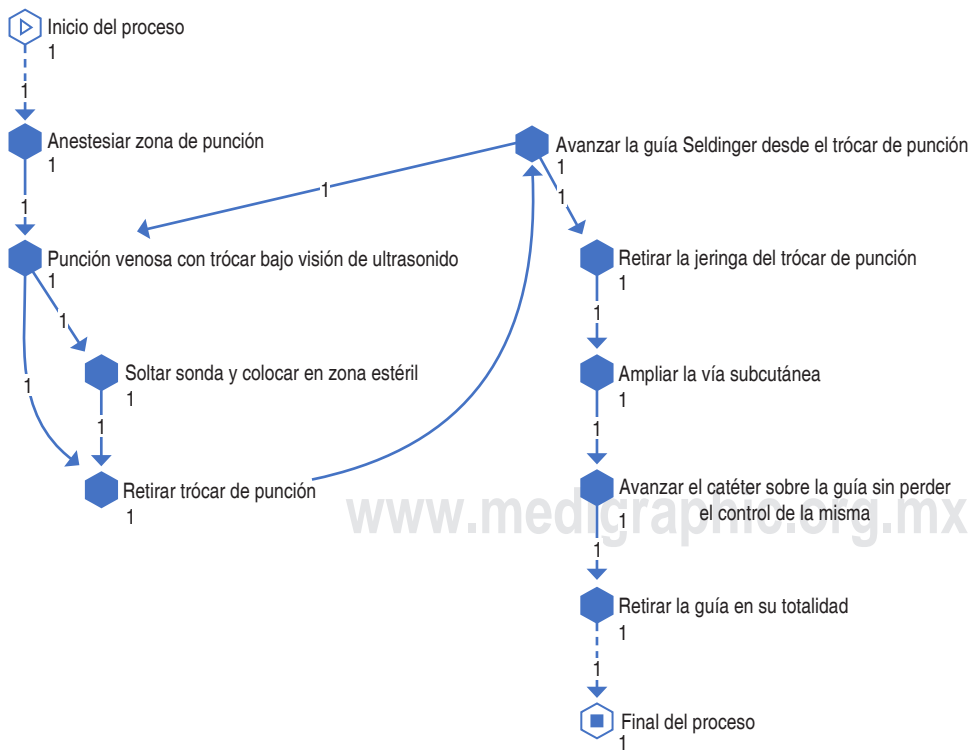


Figura 3:

Mapa de procesos propuesto del análisis de videos de procedimientos realizados por diferentes operadores, incluyendo expertos. Modificado de: Lira et al.⁹

diantes de medicina), realizando un total de 250 procedimientos simulados, el algoritmo tuvo 90% de precisión en identificar el nivel de práctica, usando seis características de desempeño, por ejemplo: fuerza, aceleración y *jerk* durante la manipulación del instrumental.¹⁵

Lo que resulta interesante, más allá del 90% de precisión predictiva, es analizar qué pasa con el 10% de error: como muy bien es comentado en el editorial que acompaña al artículo, el entender las variables claves que definen el desempeño experto es fundamental.¹⁶ En este caso, el rol o título alcanzado por el operador (neurocirujano vs estudiante de medicina) ¿es equivalente al nivel de pericia?, ¿es el gesto del primero invariablemente más “experto” que el del segundo? Todos los que trabajamos en pabellón sabemos que eso no necesariamente es así, y por tanto, tal vez, algo de ese 10% de error predictivo, no lo es tal.

Lo que resulta impresionante es la cantidad de información generada en torno al uso de inteligencia artificial para evaluar el desempeño del gesto en procedimientos quirúrgicos: una revisión sistemática, publicada en 2022, recoge al menos 66 artículos en el tema, identificando las metodologías más usadas, las limitaciones actuales y los desafíos futuros.¹⁷

Parece que esto es sólo el comienzo...

CONCLUSIÓN

Es posible utilizar el enfoque de desempeño experto, descrito por Ericsson y colaboradores, para evaluar la ejecución experta, aislar las características propias que los diferencian de operadores menos entrenados y enseñarlas, incorporándolas en actividades de entrenamiento usando la práctica deliberada.

REFERENCIAS

- Ericsson KA, Whyte J 4th, Ward P. Expert performance in nursing: reviewing research on expertise in nursing within the framework of the expert-performance approach. *ANS Adv Nurs Sci.* 2007; 30 (1): E58-71.
- Ericsson KA, Lehmann AC. Expert and exceptional performance: evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annu Rev Psychol.* 1996; 47: 273-305.
- Williams AM, Ericsson KA. Perceptual-cognitive expertise in sport: some considerations when applying the expert performance approach. *Hum Mov Sci.* 2005; 24 (3): 283-307.
- Villagrán I, Moenne-Loccoz C, Aguilera V, García V, Reyes JT, Rodríguez S, et al. Biomechanical analysis of expert anesthesiologists and novice residents performing a simulated central venous access procedure. *Plos One.* 2021; 16 (4): e0250941.
- Wallace WF. Roger Federer as Religious Experience - Tennis - The New York Times. The New York Times [Internet]. 2006. Available in: <https://www.nytimes.com/2006/08/20/sports/playmagazine/20federer.html>
- Barach P, Berwick DM. Patient safety and the reliability of health care systems. *Ann Intern Med.* 2003; 138 (12): 997.
- Ericsson K, Smith J. Prospects and limits of the empirical study of expertise: an introduction. In: *oward a general theory of expertise: prospects and limits* (pp 1-38) Cambridge University Press. Cambridge University Press; 1991. p. 1-38.
- Matthew B. Weinger, David M. Gaba; Human factors engineering in patient safety. *Anesthesiology.* 2014; 120: 801-806.
- Lira R, Salas-Morales J, Leiva L, Fuente R de la, Fuentes R, Delfino A, et al. Process-oriented feedback through process mining for surgical procedures in medical training: the ultrasound-guided central venous catheter placement case. *Int J Environ Res Pu.* 2019; 16 (11): 1877.
- Causser J, Barach P, Williams AM. Expertise in medicine: using the expert performance approach to improve simulation training. *Med Educ.* 2014; 48 (2): 115-123.
- Williams AM, Ericsson KA, Ward P, Eccles DW. Research on expertise in sport: implications for the military. *Mil Psychol.* 2008; 20 (Suppl. 1): S123-145.
- McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. Effect of practice on standardised learning outcomes in simulation-based medical education. *Med Educ.* 2006; 40 (8): 792-797.
- Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach.* 2009; 27 (1): 10-28.
- Corvetto MA, Pedemonte JC, Varas D, Fuentes C, Altermatt FR. Simulation-based training program with deliberate practice for ultrasound-guided jugular central venous catheter placement. *Acta Anaesth Scand.* 2017; 61 (9): 1184-1191.
- Winkler-Schwartz A, Yilmaz R, Mirchi N, Bissonnette V, Ledwos N, Siyar S, et al. Machine learning identification of surgical and operative factors associated with surgical expertise in virtual reality simulation. *JAMA Netw Open.* 2019; 2 (8): e198363.
- Shorten G. Artificial intelligence and training physicians to perform technical procedures. *JAMA Netw Open.* 2019; 2 (8): e198375.
- Lam K, Chen J, Wang Z, Iqbal FM, Darzi A, Lo B, et al. Machine learning for technical skill assessment in surgery: a systematic review. *Npj Digital Medicine.* 2022; 5: 24.

Correspondencia:

Fernando R Altermatt

E-mail: fernandoaltermatt@gmail.com